



①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 198 43 164 A 1**

⑤① Int. Cl. 7:  
**G 02 B 6/36**

②① Aktenzeichen: 198 43 164.3  
②② Anmeldetag: 21. 9. 1998  
④③ Offenlegungstag: 20. 4. 2000

DE 198 43 164 A 1

⑦① Anmelder:  
Harting Elektro-optische Bauteile GmbH & Co. KG,  
31162 Bad Salzdetfurth, DE

⑥② Teil in: 198 61 139.0

⑦② Erfinder:  
Kragl, Hans, Dr., 31199 Diekhöfen, DE

⑤⑥ Entgegenhaltungen:

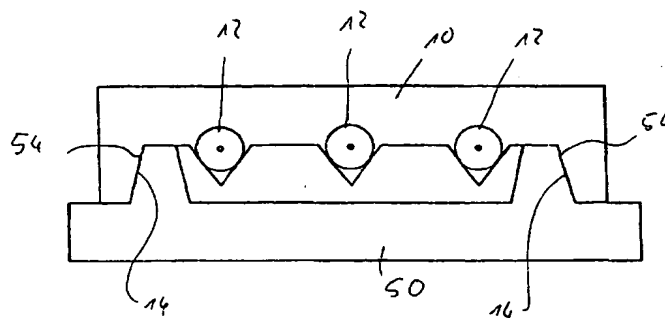
DE	197 40 260 A1
DE	196 44 758 A1
DE	40 12 747 A1
DE	38 34 421 A1
DE	26 45 991 A1
US	56 87 267 A
US	53 15 678 A

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Steckerteil für eine optische Steckverbindung

⑤⑦ Ein Steckerteil zum Koppeln mindestens eines in dem Steckerteil (10) aufgenommenen ersten optischen Bauteils (12) mit einem zweiten optischen Bauteil (52) ist dadurch gekennzeichnet, daß das Steckerteil (10) aus einem Gußmaterial besteht, in welchem das optische Bauteil (12) eingebettet ist und mikrostrukturierte Gestaltungen (14, 16, 18, 20) zur seitlichen Positionierung und axialen Justierung des Steckerteils gebildet sind, wobei die Gestaltungen zur seitlichen Positionierung (14) in Bereichen des Steckerteils (10) angeordnet sind, die nicht zum Einbetten des ersten optischen Bauteils (12) verwendet werden.



DE 198 43 164 A 1

Die Erfindung betrifft ein Steckerteil zum Koppeln mindestens eines in dem Steckerteil aufgenommenen ersten optischen Bauteils mit einem zweiten optischen Bauteil.

Das Steckerteil dient dazu, optische Bauteile, beispielsweise Lichtleitfasern, mit einem anderen optischen Bauteil zu verbinden, beispielsweise einem Wellenleiter oder einer weiteren Lichtleitfaser. Im Gegensatz zu elektrischen Steckverbindern ist bei Steckerteilen, welche optische Bauteile miteinander verbinden, eine hohe Präzision hinsichtlich der Positionierung und der Winkelausrichtung der zu koppelnden Bauteile relativ zueinander erforderlich, wenn die Verbindung eine niedrige optische Dämpfung ergeben soll.

Wenn eines der zu koppelnden optischen Bauteile eine Lichtleitfaser ist, stellt die Beschaffenheit der Stirnfläche – der im Steckerteil endenden Lichtleitfaser eine kritische Größe dar. Ist diese Oberfläche zu rauh, ergeben sich an ihr auch bei ansonsten perfekter Ausrichtung hinsichtlich Position und Winkel zusätzliche Streuungen, welche die Koppeldämpfung von dem Lichtwellenleiter zum anderen optischen Bauteil erhöhen.

Weitere Probleme treten auf, wenn mittels des Steckerteils nicht nur ein einziges optisches Bauteil angeschlossen werden soll, sondern mehrere optische Bauteile, beispielsweise ein Array aus bis zu zehn oder mehr Lichtleitfasern. In diesem Fall muß für jede einzelne Lichtleitfaser des Arrays die gleiche hohe Präzision erreicht werden.

Aus dem Stand der Technik sind Steckerteile für Glas-Lichtleitfasern bekannt, die im wesentlichen aus einer mit höchster Präzision hergestellten Metall- oder Keramikferule bestehen. Die Lichtleitfaser wird in die Ferule eingeführt und dort fixiert; anschließend wird die Stirnfläche mit großer Sorgfalt poliert. Die Ferulen des Steckerteils und des komplementären Buchsenteils werden über einen sehr präzisen Führungsmechanismus zueinander justiert. Ein solches Steckerteil ist jedoch sehr aufwendig in der Herstellung, und auch die auszubildende Steckverbindung ist sehr aufwendig.

Eine günstiger erzielbare Steckverbindung für Lichtleitfaser-Arrays stellt der sogenannte MT-Stecker dar. Dieser besteht aus einem Kunststoffträger, in dessen Körper präzise Löcher zur Aufnahme der Lichtleitfasern eingearbeitet sind. Die Lichtleitfasern werden in diese Löcher eingeführt, dort verklebt und anschließend stirnseitig poliert. Die Führung des Steckerteils zu einem komplementären Buchsenteil erfolgt über zwei seitlich angebrachte Führungsstifte. Zwar sind auch bei dieser Steckverbindung die Herstellungskosten vergleichsweise hoch, da der die Lichtleitfasern tragende Kunststoffkörper sehr teuer ist. Allerdings läßt sich die Steckverbindung selber vergleichsweise einfach erzielen. Dessenungeachtet ist auch bei dieser Art von Steckverbindungen erforderlich, die Stirnflächen der Lichtleitfasern zu polieren.

Neuerdings sind auch Steckverbindungen bekannt, welche anisotrop geätzte Siliziumträger als Führungselemente sowie durch Siliziumoberflächenmechanik hergestellte Andruckfedern zur Faserfixierung verwenden. Derartige Ansätze sind außerhalb von Laborbedingungen allerdings kaum handhabbar. Außerdem handelt es sich hier, da die Verbindung im Regelfall nicht gelöst wird, eher um eine Spleißverbindung als um eine Steckverbindung.

Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht darin, ein Steckerteil zum Ausbilden einer Steckverbindung zu schaffen, das sowohl kostengünstig herstellbar ist als auch eine präzise Kopplung optischer Bauteile miteinander ermöglicht.

Zu diesem Zweck ist bei einem Steckerteil der eingangs genannten Art vorgesehen, daß es aus einem Gußmaterial

besteht, in welchem das optische Bauteil eingebettet ist und mikrostrukturierte Gestaltungen zur seitlichen Positionierung und axialen Justierung des Steckerteils gebildet sind, wobei die Gestaltungen zur seitlichen Positionierung in Bereichen des Steckerteils angeordnet sind, die nicht zum Einbetten des ersten optischen Bauteils verwendet werden. Dieses Steckerteil beruht also auf dem Grundgedanken, das Material, aus dem das Steckerteil besteht, sowohl zum Halten des optischen Bauteils als auch zum Erzielen von Positionier- und Justiergestaltungen zu verwenden. Dies ermöglicht, in einem einzigen Arbeitsschritt das optische Bauteil in das Steckerteil einzugießen und die gewünschten Positionier- und Justiergestaltungen abzuformen. Weiterhin ist vorgesehen, daß die Gestaltungen zur seitlichen Positionierung des Steckerteils in Bereichen angeordnet sind, die nicht zum Einbetten des ersten optischen Bauteils verwendet werden. Die Positioniergestaltungen sind somit in Bereichen des Steckerteils angeordnet, die von der Lichtaustrittsfläche des optischen Bauteils entfernt sind. Dies ermöglicht eine einfachere Reinigung der Positioniergestaltungen und der komplementären Gestaltungen an dem zur Aufnahme des Steckerteils dienenden Aufnahmeteil. In der Nähe der Lichtaustrittsfläche des im Steckerteil angeordneten optischen Bauteils befindet sich nämlich das mit diesem Bauteil zu koppelnde zweite optische Bauteil, von welchem Verschmutzungen ausgehen können, beispielsweise Klebstoffe, wenn es sich um eine in das Aufnahmeteil eingeklebte Lichtleitfaser handelt.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, daß das Gußmaterial optisch transparent ist und den Lichtaustrittsbereich des ersten optischen Bauteils zumindest teilweise abdeckt. Dies ist insbesondere dann, wenn es sich bei dem ersten optischen Bauteil um eine Lichtleitfaser handelt, vorteilhaft, da das Gußmaterial eventuell vorhandene Unebenheiten der Stirnfläche der Lichtleitfaser ausfüllt, so daß dort andernfalls auftretende Streuungen vermieden werden. Zu diesem Zweck kann insbesondere vorgesehen sein, daß das Gußmaterial einen Brechungsindex hat, der an den Brechungsindex des Kerns der Lichtleitfaser angepaßt ist.

Falls ein Steckerteil gewünscht ist, das im hohen Maße reflexionsfrei ist, kann vorzugsweise vorgesehen sein, daß die Stirnfläche der Lichtleitfaser schräg zur Längsachse der Lichtleitfaser verläuft. Auch eine derart gestaltete Lichtleitfaser kann in einfacher Weise in das Steckerteil eingegossen werden. Die schräg angeordnete Stirnfläche führt dazu, daß an der Austrittsstelle reflektiertes Licht nicht in die Lichtleitfaser zurückgeleitet wird, sondern schräg abgestrahlt wird.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, daß die Lichtleitfaser eine Polymerfaser ist, die an der von ihrer Stirnfläche abgewandten Seite des Steckerteils einen runden Querschnitt hat und an der Stirnseite einen polygonalen Querschnitt, wobei der Querschnitt kontinuierlich von einer Querschnittsform in die andere übergeht. Diese Gestaltung ermöglicht es, eine Lichtleitfaser, die üblicherweise einen kreisförmigen Querschnitt hat, an einen Wellenleiter eines integriert-optischen Bauteils anzuschließen, der üblicherweise, weil er mittels einer Abformtechnik hergestellt wurde, einen hinterschnittsfreien und insbesondere polygonalen Querschnitt aufweist. Falls die Lichtleitfaser direkt mittels ihrer üblicherweise kreisförmigen Stirnfläche mit dem Wellenleiter gekoppelt wird, kommt es zu Abstrahlverlusten, da die einander gegenüberliegenden Stirnflächen nicht deckungsgleich sind. Ein Steckerteil gemäß dieser Ausführungsform der Erfindung kann mittels eines Verfahrens hergestellt werden, bei dem eine Polymer-Lichtleitfaser mit rundem Querschnitt in

ein mikrostrukturiertes Werkzeug eingelegt wird, das eine Aufnahme für die Lichtleitfaser hat, wobei die Aufnahme im Bereich der Stirnfläche der Lichtleitfaser einen polygonalen Querschnitt hat. Anschließend wird die Lichtleitfaser auf eine Temperatur oberhalb ihrer Erweichungstemperatur gebracht und in die Aufnahmegestaltung eingedrückt. Dabei paßt sich der Querschnitt der Lichtleitfaser an den Querschnitt der Aufnahmegestaltung an.

Bei diesem thermoplastischen Verformen der Polymer-Lichtleitfaser kann es zu einer Beschädigung des niederbrechenden Mantelmaterials der Lichtleitfaser kommen. Es ist daher vorzugsweise vorgesehen, daß das Gußmaterial einen Brechungsindex hat, der kleiner oder gleich dem Brechungsindex des Mantels der Lichtleitfaser ist. Auf diese Weise wirkt das Gußmaterial des Steckerteils als Ersatzmaterial an den beschädigten Stellen des Mantels der Polymer-Lichtleitfaser.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, daß das Steckerteil zur seitlichen Positionierung mit mindestens zwei parallel zur Richtung des Lichtaustritts aus dem ersten Bauteil verlaufenden Positionierflächen versehen ist. Solche Flächen können beim Gießen des Steckerteils besonders einfach abgeformt werden und dienen zur zuverlässigen Positionierung des Steckerteils.

Die Positionierflächen können beispielsweise durch die Außenkanten des Steckerteils gebildet sein. Diese können in besonders präziser Weise durch Abformen von einem mikrostrukturierten Werkzeug in einem Arbeitsgang mit dem Gießen des Steckerteils erhalten werden, ohne daß Endbearbeitungsschritte erforderlich sind.

Die Positionierflächen können auch nach Art von Einführschrägen schräg zur Richtung des Einsetzens des Steckerteils beim Koppeln mit dem zweiten optischen Bauteil verlaufen. Dies erleichtert das Einsetzen des Steckerteils, was aufgrund der unter Umständen sehr kleinen Abmessungen des Steckerteils ein großer Vorteil ist.

Um eine vollständige Steckverbindung zu erhalten, kann zusätzlich ein komplementäres Aufnahmeteil vorgesehen sein, das mit zwei schräg angeordneten Anlageflächen versehen ist, an denen die Positionierflächen des Steckerteils anliegen. Die seitliche Positionierung des Steckerteils erfolgt im Zusammenwirken mit den schräg angeordneten Anlageflächen quasi automatisch beim Einsetzen, ohne daß zusätzliche Positionierungsmaßnahmen erforderlich sind, da die Anlageflächen zusammen mit den Positionierflächen als Einführschrägen wirken.

Um eine Verwendung des Steckerteils in Verbindung mit dem weit verbreiteten MT-Stecker zu ermöglichen, ist gemäß einer Ausführungsform der Erfindung vorgesehen, daß das Aufnahmeteil mit zwei Führungsstiften gemäß MT-Standard versehen ist, so daß das erste optische Bauteil über das Aufnahmeteil an eine MT-Buchse angeschlossen werden kann. Das Aufnahmeteil wirkt also nach Art eines Adapters.

Wenn das Steckerteil dazu dient, mehrere optische Bauteile anzuschließen und dementsprechend größere Abmessungen hat, kann es vorteilhaft sein, daß das Steckerteil mit mindestens einer Abstützfläche versehen ist und daß zusätzlich ein Aufnahmeteil vorgesehen ist, an dem Abstützfläche anliegt. Die Abstützfläche dient dann als mechanischer Anschlag, der eine übermäßige Durchbiegung des Steckerteils, die zu einer verschlechterten Kopplung der beiden optischen Bauteile führen würde, verhindert.

Es kann vorgesehen sein, daß das Aufnahmeteil mit mindestens einem Abstützvorsprung versehen ist, an dem die Abstützfläche anliegt. Diese Gestaltung bietet eine Abstützung vorzugsweise zwischen nebeneinanderliegenden opti-

schen Bauteilen, beispielsweise zwischen den einzelnen Lichtleitfasern eines Faser-Arrays.

Es kann auch vorgesehen sein, daß die Abstützfläche in der Richtung des Lichtaustritts aus dem ersten optischen Bauteil hinter dem Bereich des Lichtaustritts angeordnet ist und an dem Aufnahmeteil anliegt. Bei dieser Gestaltung sind keine zusätzlichen Abstützvorsprünge am Aufnahmeteil erforderlich; die Abstützfläche kann an dem Bereich des Aufnahmeteils anliegen, an dem auch das anzuschließende zweite optische Bauteil angeordnet ist.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, daß das Steckerteil zur axialen Justierung mit mindestens einer Justierfläche versehen ist, die sich quer zur Richtung des Lichtaustritts aus dem ersten Bauteil erstreckt. Diese Justierfläche wird getrennt von den zur seitlichen Positionierung des Steckerteils vorgesehenen Positioniergestaltungen abgeformt. Die Justierflächen können entweder durch präzise strukturierte Außenkanten des Steckerteils oder durch die Flächen an zusätzlichen Justiergestaltungen gebildet sein.

Vorzugsweise ist die Justierfläche an einem Justiersteg ausgebildet, und zusätzlich ist ein Aufnahmeteil vorgesehen, das mit einer Justiernut zur Aufnahme des Justiersteges versehen ist. Die Justierflächen befinden sich dann an den quer zur Richtung des Lichtaustritts aus dem ersten Bauteil ausgerichteten Seiten des Justiersteges. Im Vergleich zu einer Justierung mittels der Außenkanten des Steckerteils ergibt sich der Vorteil, daß die in der einen und der anderen axialen Richtung wirkenden Justierflächen räumlich nahe beieinander sind, weshalb sie mit sehr großer Präzision abgeformt werden können.

Es kann vorgesehen sein, daß der Justiersteg bündig mit einer Außenseite des Steckerteils endet und einen rechteckigen Querschnitt hat. Der Justiersteg kann dann zusammen mit der Außenfläche, die auch die Stirnseite für eine in dem Steckerteil aufgenommene Lichtleitfaser bildet, sehr präzise und eben durch Abformen der entsprechenden Wand des Werkzeugs erhalten werden.

Es kann auch vorgesehen sein, daß der Justiersteg etwa in der Mitte des Steckerteils angeordnet ist und einen dreieckigen Querschnitt hat. Diese Gestaltung unterstützt das Einführen der Justiergestaltung in die Justiernut nach der Art der von den Positioniergestaltungen bekannten Einführschrägen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, daß das Aufnahmeteil zwei zu dem Justiersteg komplementäre Justiernuten aufweist, so daß ein weiteres Steckerteil eingesteckt werden kann, das mit dem zweiten optischen Bauteil versehen ist. Wenn sowohl das erste als auch das zweite optische Bauteil Lichtleitfasern sind, wird auf diese Weise eine sehr einfach auszubildende Verbindung von zwei Lichtleitfasern geschaffen.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist vorgesehen, daß mindestens ein Permanentmagnet in das Gußmaterial eingebettet ist. Wenn zusätzlich ein Aufnahmeteil vorgesehen ist, das mindestens teilweise ferromagnetisch ist, wird das Steckerteil von dem Permanentmagneten an das Aufnahmeteil angezogen. Dies ermöglicht eine dauerhafte und vibrationssichere Befestigung des Steckerteils an dem Aufnahmeteil, so daß zusätzliche Befestigungsmittel nicht erforderlich sind. Wenn ein zweiter Steckverbinder vorgesehen ist, der ebenfalls mit einem Permanentmagneten versehen ist, werden die beiden Steckerteile bei geeigneter Polarisierung der Magnete aneinandergezogen. Auf diese Weise werden die beiden Lichtaustrittsflächen der zu koppelnden optischen Bauteile in einer fest definierten Position relativ zueinander gehalten, ohne daß Spannvorrichtungen erforderlich sind, welche die beiden Steckerteile

in Anlage aneinander halten.

Die Erfindung wird nachfolgend unter Bezugnahme auf verschiedene Ausführungsformen beschrieben, die in den beigefügten Zeichnungen dargestellt sind. In diesen zeigen:

**Fig. 1** einen Querschnitt entlang der Ebene I-I von **Fig. 3** durch ein erfindungsgemäßes Steckerteil mit zugehörigem Aufnahmeteil, bevor die beiden Teile miteinander verbunden sind;

**Fig. 2** das Steckerteil und das Aufnahmeteil von **Fig. 1** im miteinander verbundenen Zustand;

**Fig. 3** in einer Seitenansicht das Steckerteil und das Aufnahmeteil von **Fig. 2**;

**Fig. 4** eine Variante des Steckerteils der **Fig. 1** bis **3** mit zugehörigem Aufnahmeteil in einer Ansicht entsprechend **Fig. 2**;

**Fig. 5** in einer Seitenansicht zwei Steckerteile gemäß einer weiteren Ausführungsform mit zugehörigem Aufnahmeteil in montiertem Zustand;

**Fig. 6** einen Querschnitt entlang der Ebene VI-VI von **Fig. 5**;

**Fig. 7** in einer Seitenansicht eine Variante der in **Fig. 5** gezeigten Steckerteile mit zugehörigem Aufnahmeteil;

**Fig. 8** in einer schematischen Draufsicht eine Weiterentwicklung der in **Fig. 7** gezeigten Steckerteile mit zugehörigem Aufnahmeteil;

**Fig. 9** in einer Seitenansicht die Steckerteile und das Aufnahmeteil von **Fig. 8**;

**Fig. 10** einen Querschnitt entlang der Ebene X-X von **Fig. 11** durch ein erfindungsgemäßes Steckerteil mit zugehörigem Aufnahmeteil gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung;

**Fig. 11** in einer Draufsicht das Steckerteil und das Aufnahmeteil von **Fig. 10**;

**Fig. 12** in einer Draufsicht ein zum Aufnahmeteil von **Fig. 11** komplementäres Buchsenteil;

**Fig. 13** in einer Ansicht entsprechend derjenigen von **Fig. 10** eine Variante des Steckerteils mit zugehörigem Aufnahmeteil gemäß der Ausführungsform der **Fig. 10** bis **12**;

**Fig. 14** in einer Ansicht entsprechend derjenigen von **Fig. 10** eine weitere Variante des Steckerteils mit zugehörigem Aufnahmeteil gemäß der Ausführungsform der **Fig. 10** bis **12**;

**Fig. 14** in einer Ansicht entsprechend derjenigen von **Fig. 10** eine weitere Variante des Steckerteils mit zugehörigem Aufnahmeteil gemäß der Ausführungsform der **Fig. 10** bis **12**;

**Fig. 15** in einer schematischen Seitenansicht ein erfindungsgemäßes Steckerteil mit zugehörigem Aufnahmeteil gemäß einer weiteren Ausführungsform;

**Fig. 16** eine Kombination des in **Fig. 15** gezeigten Steckerteils mit dem Aufnahmeteil und dem Buchsenteil gemäß der Ausführungsform der **Fig. 10** bis **12**;

**Fig. 17** in einer schematischen Darstellung die Streuverluste, die sich bei rauher Stirnfläche einer Lichtleitfaser ergeben können;

**Fig. 18** in einer schematischen Darstellung verringerte Streuverluste, wie sie mit einem Steckerteil gemäß der vorliegenden Erfindung erzielt werden können;

**Fig. 19** schematisch in einem Querschnitt eine Lichtleitfaser und einen Wellenleiter, die mittels eines erfindungsgemäßen Steckerteils miteinander gekoppelt werden können;

**Fig. 20** eine Gegenüberstellung der in **Fig. 19** gezeigten Querschnitte;

**Fig. 21** schematisch eine Lichtleitfaser und ein Werkzeug zur Herstellung eines Steckerteils gemäß einer weiteren Ausführungsform der Erfindung;

**Fig. 22** schematisch die Lichtleitfaser und das Werkzeug zur Herstellung eines Steckerteils gemäß der weiteren Aus-

führungsform nach einem ersten Schritt bei dessen Herstellung;

**Fig. 23** schematisch einen weiteren Schritt bei der Herstellung eines Steckerteils gemäß der weiteren Ausführungsform; und

**Fig. 24** das fertige Steckerteil beim Abheben von dem zu seiner Herstellung verwendeten Werkzeug.

In den **Fig. 1, 2** und **3** ist schematisch ein erfindungsgemäßes Steckerteil **10** mit zugehörigem Aufnahmeteil **50** gezeigt. Das Steckerteil **10** dient zum Anschließen von ersten optischen Bauteilen **12**, die im Steckerteil **10** aufgenommen sind, an zweite optische Bauteile **52**, die am Aufnahmeteil **50** angeordnet sind. Nachfolgend wird die Erfindung beschrieben für Lichtleitfasern, welche die ersten optischen Bauteile **12** bilden. Als zweite optische Bauteile **52** werden entweder Wellenleiter oder ebenfalls Lichtleitfasern beschrieben. Es wird jedoch darauf hingewiesen, daß grundsätzlich andere optische Bauteile mittels des beschriebenen Steckverbinders angeschlossen werden können, beispielsweise Laserdioden oder ähnliche Bauteile, bei denen es auf eine sehr präzise Ausrichtung einer Lichtaustrittsfläche relativ zu einem anderen optischen Bauteil ankommt, um eine geringe Koppeldämpfung zu erzielen.

Das Steckerteil **10** besteht aus einem Gußmaterial, in das die Lichtleitfasern **12** eingebettet sind. Beim Gießen des Steckerteils **10** werden Gestaltungen zur seitlichen Positionierung des Steckerteils **10** abgeformt, die hier als Positionierflächen **14** ausgestaltet sind. Die Positionierflächen sind schräg zu der durch den Pfeil **P** dargestellten Richtung angeordnet, in der das Steckerteil **10** mit dem Aufnahmeteil **50** verbunden wird.

Zur Justierung des Steckerteils in axialer Richtung ist das Steckerteil mit einem Justiersteg **16** versehen, der sich quer zur Richtung des Lichtaustritts aus den Stirnflächen der Lichtleitfasern **12** erstreckt. Der Justiersteg **16** hat einen rechteckigen Querschnitt und weist auf seinen in axialer Richtung ausgerichteten Seiten eine Justierfläche **18** bzw. **20** auf.

Das Aufnahmeteil **50** kann aus einem nahezu beliebigen Material hergestellt sein. Es besteht bei der hier gezeigten Ausführungsform aus einem optisch transparenten Material und enthält als zweites optisches Bauteil einen Wellenleiter **52**, der aus einem geeigneten Material gebildet ist, das in einem Graben des Aufnahmeteils **50** angeordnet ist.

Das Aufnahmeteil **50** ist mit zwei Anlageflächen **54** versehen, die hier als die außenliegenden Flächen von Vorsprüngen **56** ausgestaltet sind, sowie mit einer Justiernut **57** (siehe **Fig. 3**). Sowohl das Steckerteil **10** als auch das Aufnahmeteil **50** können durch Abformen von Werkzeugen hergestellt werden, die mittels der galvanischen Unkopiertechnik erhalten wurden. Ein solches Abformen ist aus dem Bereich der integrierten optischen Bauteile bekannt. Beim Abformen der Werkzeuge lassen sich beispielsweise die Positionierflächen **14**, die Justierflächen **18, 20**, die Anlageflächen **54** und die Justiernut **57** als mikrostrukturierte Gestaltungen mit der gewünschten Präzision herstellen.

Das Steckerteil **10** wird durch Abformen von einem Werkzeug erhalten, das mit Führungsnuten zur Aufnahme der Lichtleitfasern **12** versehen ist. Die Lichtleitfasern **12** werden in diese Führungsnuten eingelegt, wodurch sie automatisch präzise ausgerichtet werden. Anschließend wird ein Gußmaterial aufgebracht, in welchem die Lichtleitfasern eingebettet werden. Nach Aushärten des Gußmaterials und Abnehmen von dem Werkzeug ist das Steckerteil **10** mit den eingebetteten Lichtleitfasern **12** fertig, wobei keine zusätzlichen Bearbeitungsschritte erforderlich sind, um die Positionierflächen und die Justierflächen zu erhalten, da diese durch Abformen von geeigneten mikrostrukturierten Gestal-

tungen des Werkzeugs erhalten wurden.

Das Aufnahmeteil 50, das bei dieser Ausführungsform ein integriert-optisches Wellenleitersubstrat ist, kann ebenfalls durch Abformen von einem geeigneten Werkzeug erzielt werden. Bei diesem Schritt werden insbesondere die Anlagefläche 54 sowie die Justiernut 57 als mikrostrukturierte Gestaltungen abgeformt. Zusätzlich werden mehrere Gräben abgeformt, die dann in einem weiteren Bearbeitungsschritt mit einem Material mit geeigneten optischen Eigenschaften ausgefüllt werden. Nach Aushärten dieses Materials sind in den Gräben die Wellenleiter 52 gebildet.

Die Lichtwellenleiter 12 werden mit den Wellenleitern 52 dadurch gekoppelt, daß das Steckerteil 10 in der vom Pfeil P angedeuteten Richtung auf das Aufnahmeteil 50 aufgesetzt wird, also senkrecht zur Richtung des Lichtaustritts aus den Stirnflächen der Lichtleitfasern 12. Dabei sorgen die Positionierflächen 14 zusammen mit den Anlageflächen 54 für die Positionierung des Steckerteils 10 relativ zum Aufnahmeteil 50 in seitlicher Richtung, während die Justierflächen 18, 20 durch Anlage an den Seitenwänden der Justiernut 57 für die axiale Justierung des Steckerteils 10 relativ zum Aufnahmeteil 50 sorgen. Durch geeignete Ausgestaltung der Vorsprünge 56 wird außerdem sichergestellt, daß sich der Steckerteil 10 im richtigen Abstand vom Aufnahmeteil 50 befindet. Nun liegen die Stirnflächen der Lichtleitfasern 12 den Stirnflächen der Wellenleiter 52 präzise ausgerichtet gegenüber, so daß in den Lichtleitfasern 12 geleitete Signale mit geringen Verlusten in die Wellenleiter 52 eingekoppelt werden können, und umgekehrt.

Das in das Aufnahmeteil 50 eingesetzte Steckerteil 10 wird in der gezeigten Stellung von einem geeigneten (nicht dargestellten) Spannmittel gehalten.

Ein wichtiger Aspekt des erfindungsgemäßen Steckerteils besteht darin, daß die Positionierung des Steckerteils 10 relativ zum Aufnahmeteil 50 in Bereichen geschieht, die seitlich außerhalb der Bereiche liegen, an denen die Kopplung zwischen den Lichtleitfasern 12 und den Wellenleitern 52 erfolgt. Im Bereich der Wellenleiter 52 besteht nämlich aufgrund der Herstellung der Wellenleiter am Aufnahmeteil 50 die erhöhte Gefahr von Verschmutzungen, beispielsweise durch Materialrückstände. Außerdem können aufgrund der Empfindlichkeit des Wellenleiters 52 diese Bereiche nur sehr schwer gereinigt werden. Daher ist es von Vorteil, wenn das Steckerteil 10 und das Aufnahmeteil 50 im Bereich der Koppelstellen zwischen den ersten und zweiten optischen Bauteilen einander zwar an den Stirnseiten berühren, aber nicht aufeinander aufsitzen. Dies ist durch den Freiraum zwischen den Vorsprüngen 56 des Aufnahmeteils 50 gewährleistet. Eventuell in diesem Bereich vorhandene Verschmutzungen haben dann keine Auswirkung auf die präzise Anordnung der ersten und der zweiten optischen Bauteile relativ zueinander.

Um eine Durchbiegung des Steckerteils 10 zwischen den Positionierflächen 14 zu verhindern, ist die den Wellenleitern 52 zugewandte Seite des Steckerteils 10 mit einer Abstützfläche 22 versehen, die auf der Oberseite des Aufnahmeteils 50 aufliegt. Eine Durchbiegung des Steckerteils 10 ist somit verhindert.

In Fig. 4 ist eine Weiterbildung des Aufnahmeteils 50 gezeigt. Es sind zusätzlich zwei Abstützvorsprünge 58 vorgesehen, die zwischen den Materialvorsprüngen mit dreieckigem Querschnitt, in deren Bereich die Lichtleitfasern 12 eingebettet sind, an Abstützflächen 22 des Steckerteils 10 anliegen. Im Bereich um die eingebetteten Lichtleitfasern 12 herum ist auch bei dieser Ausführungsform vorgesehen, daß die entsprechenden Bereiche des Steckerteils 10 frei in entsprechenden Aussparungen des Aufnahmeteils 50 angeordnet sind; eine Berührung liegt nur an den Stirnseiten und

nicht in den Materialbereichen vor, in denen die Lichtleitfasern eingebettet sind.

In den Fig. 5 und 6 ist eine weitere Ausführungsform der Erfindung gezeigt, die zur Kopplung von Lichtleitfasern untereinander dient. Hier werden zwei zueinander gleiche Steckerteile 10, 10' verwendet, in die jeweils drei Lichtleitfasern 12 bzw. 52 eingebettet sind. Das Aufnahmeteil 50 ist hier als Führungsschiene mit den Vorsprüngen 56 ausgebildet, deren Anlageflächen 54 zur seitlichen Positionierung der Steckerteile 10 dienen. Als Justierflächen 18, 20 dienen bei dieser Ausführungsform die präzisen mikrostrukturierten Außenkanten der Steckerteile 10, 10'. Diese liegen an zwei Anlageleisten 60 des Aufnahmeteils 50 an.

Um die Lichtleitfasern 12, 52 der beiden Steckerteile 10, 10' miteinander zu verbinden, werden die Steckerteile in das Aufnahmeteil 50 eingesetzt. Die Positionier- und die Justierflächen sorgen für die präzise Ausrichtung der beiden Steckerteile zueinander, so daß die Stirnflächen der Lichtleitfasern einander optimal gegenüberliegen. Die Steckerteile 10, 10' werden an dem Aufnahmeteil 50 von einer geeigneten (nicht dargestellten) Spannvorrichtung gehalten. Wenn das Steckerteil 10' fest mit der Aufnahme 50 verbunden wird, beispielsweise verklebt, ergibt sich eine Art Buchse, in die das erste Steckerteil 10 eingesetzt werden kann. Es müssen dann bei der konkreten Anwendung nur noch zwei Teile miteinander verbunden werden und nicht mehr drei Teile.

In Fig. 7 ist eine Variante der in den Fig. 5 und 6 gezeigten Ausführungsform dargestellt. Zusätzlich werden hier Justierstege 16 mit dreieckigem Querschnitt verwendet, die in komplementäre Justiernuten im Aufnahmeteil 50 eingreifen. Die Seiten der Justierstege bilden zusätzliche Justierflächen 18, 20, welche die Ausrichtung der beiden Steckerteile 10, 10' im Aufnahmeteil 50 in axialer Richtung unterstützen.

In den Fig. 8 und 9 ist eine Weiterbildung der Ausführungsform der Fig. 5 und 6 gezeigt. Im Gußmaterial der Steckerteile 10, 10' sind kleine Permanentmagnete 70 eingebettet. Die Polarisierung ist so gewählt, daß die Permanentmagnete 70 der Steckerteile 10, 10' diese aneinander anziehen. Aufgrund der Polarisierung werden beliebige Teile immer aneinander angezogen; eine Differenzierung in Stecker/Buchse erfolgt nicht.

Ferner ist das Aufnahmeteil 50 aus einem ferromagnetischen Material hergestellt, beispielsweise Nickel. Die auf der Unterseite der Steckerteile 10, 10' angeordneten Permanentmagnete 70 ziehen daher die Steckerteile auch an das Aufnahmeteil 50 an. Somit wird ohne eine weitere Spannvorrichtung eine lösbare, jedoch extrem vibrationsfeste Verbindung zwischen den Lichtleitfasern 12, 52 der beiden Steckerteile 10, 10' erzielt.

Gemäß einer nicht dargestellten Weiterbildung können die Permanentmagnete auch als Bügelmagnete ausgeführt werden, welche quer zur Erstreckungsrichtung der Lichtleitfasern angeordnet sind. Die Bügelmagnete dienen dann beim Vergießen der Lichtleitfasern im Gußmaterial zur Fixierung der Lichtleitfasern.

In den Fig. 10 bis 12 ist gezeigt, wie mittels des aus den vorangegangenen Figuren bekannten Steckverbinders 10 ein MT-Stecker erzielt werden kann. Ein MT-Stecker zeichnet sich durch zwei Führungsstifte 80 aus, die in komplementäre Bohrungen 82 einer MT-Buchse 84 eingeschoben werden können. Die Führungsstifte 80 zusammen mit der Bohrung 82 dienen dann zur präzisen Ausrichtung der miteinander zu koppelnden optischen Bauteile. Bei der in den Fig. 10 bis 12 gezeigten Ausführungsform sind die Führungsstifte seitlich am Aufnahmeteil 50 angebracht, so daß dieses als Adapter wirkt. Das Steckerteil 10 wird in das Aufnahmeteil 50 eingesetzt und dort fixiert. Anschließend kann das Aufnahmeteil 50 zusammen mit dem an ihm angebrach-

ten Steckerteil 10 an der MT-Buchse angebracht werden. Die in der MT-Buchse aufgenommenen Lichtleitfasern 52 sind dann mit den in dem Steckerteil 10 eingebetteten Lichtleitfasern 12 gekoppelt.

In Fig. 13 ist eine Variante des Aufnahmeteils 50 zur Erzielung eines MT-Steckers gezeigt. Bei dieser Variante sind die Positionierflächen 14 des Steckerteils 10 nicht innenliegend angeordnet, wie bei der vorhergehenden Ausführungsform, sondern außenliegend. Bei dieser Ausführungsform ergibt sich eine etwas kompaktere Gestaltung.

In Fig. 14 ist eine weitere Variante des Aufnahmeteils 50 gezeigt. Bei dieser Variante sind unmittelbar die Außenkanten des Steckerteils 10 als Positionierflächen 14 ausgebildet. Diese liegen an den als Justierflächen 54 ausgebildeten Wänden einer trogförmigen Vertiefung des Aufnahmeteils 50 an. Bei dieser Ausführungsform ergibt sich eine noch kompaktere Gestaltung; allerdings steigt der Herstellungsaufwand an.

In Fig. 15 ist ein in die Aufnahme 50 eingesetztes Steckerteil 10 gezeigt, das mit einer Lichtleitfaser 12 versehen ist, deren Stirnfläche schräg zur Längsrichtung der Lichtleitfaser abgeschnitten ist. Eine solche Ausgestaltung kann dann erforderlich werden, wenn mittels der Lichtleitfaser 12 Bauteile angeschlossen werden sollen, die sehr empfindlich auf zurückreflektiertes Licht reagieren (zum Beispiel Laserdioden mit hoher Linearität zur Übertragung breitbandiger analoger Signale). Insbesondere in der Singlemode-Übertragung sind die Anforderungen an die Reflexionsfreiheit sehr hoch. Um die Reflexionsfreiheit bei der Kopplung von Lichtleitfasern mit anderen Lichtleitfasern oder mit einem integriert-optischen Bauteil zu erreichen, werden die Lichtleitfasern in einem Winkel von etwa  $10^\circ$  schräg abgeschnitten. Ein an der Koppelstelle entstehender Reflex wird dadurch nicht zurück in die Lichtleitfaser geleitet, sondern abgestrahlt.

Die Herstellung eines solchen Steckerteils erfolgt in ähnlicher Weise wie die Herstellung der im vorangegangenen beschriebenen Steckerteile. Die geeignet abgeschnittene Lichtleitfaser wird in einem Werkzeug angeordnet, wobei die Ausrichtung der schrägen Stirnfläche beachtet werden muß. Die schräge Stirnfläche liegt dabei aufgrund einer korrekten axialen Anordnung der Lichtleitfaser an der ebenfalls schrägen Wand des Werkzeugs an. Anschließend wird das Gußmaterial aufgebracht, in das die Lichtleitfaser eingebettet wird. Zuletzt wird das Gußmaterial ausgehärtet, so daß das Steckerteil 10 gebildet ist.

Der Wellenleiter 52 im Aufnahmeteil 50 muß, um eine gute Kopplung zu erreichen, ebenfalls schräg ausgebildet werden. Dies kann mittels geeigneter, aus der Mikrostrukturtechnik allgemein bekannter Verfahren geschehen, beispielsweise durch Verwendung eines mikrostrukturierten StripOff-Deckels.

Mit ähnlichen Steckerteilen können auch Lichtleitfasern miteinander gekoppelt werden. Es muß lediglich beachtet werden, daß die Stirnflächen der Lichtleitfasern des einen Steckerteils entgegengesetzt ausgerichtet werden müssen wie die schrägen Stirnflächen der Lichtleitfasern im anderen Steckerteil. Zum Gießen der Steckerteile kann ein mikrostrukturierter StripOff-Deckel aufgesetzt werden, der die Fasern geeignet positioniert.

Wie in Fig. 16 zu sehen ist, kann auch ein MT-Stecker mit den erfindungsgemäßen Steckerteilen erzielt werden, bei denen die Lichtleitfasern schräge Stirnflächen aufweisen. In das hier als Adapter wirkende Aufnahmeteil 50 wird ein Steckerteil 10 eingesetzt, wie es aus Fig. 15 bekannt ist. Die MT-Buchse 84 ist, abgesehen von der anstelle der Führungsstifte 80 ausgebildeten Bohrung 82, mit dem Aufnahmeteil 50 identisch. Die MT-Buchse ist lediglich um  $180^\circ$  um

die Längsachse gedreht, so daß die schrägen Stirnflächen der Lichtleitfasern 12, 52 aneinander bündig anliegen. Es ist dabei lediglich zu beachten, daß die Führungsstifte und die Bohrungen in derselben Ebene angeordnet sind wie die Lichtleitfasern.

Anhand der Fig. 17 und 18 wird nun ein Aspekt der vorliegenden Erfindung beschrieben, der besonders vorteilhaft ist. Wenn die Stirnfläche 90 einer Lichtleitfaser 12 nicht perfekt glatt oder perfekt senkrecht abgeschnitten ist, kommt es zu Streuungen des aus der Lichtleitfaser austretenden Lichts. Das gestreute Licht wird in der Regel nicht in die gegenüberliegende Stirnfläche eingekoppelt, so daß es zu erhöhten Verlusten kommt.

Die Erfindung ermöglicht, diesen Mangel zu beseitigen. Das Gußmaterial, das zur Herstellung des Steckerteils 10 verwendet wird, fließt beim Gießen des Steckerteils in alle Freiräume zwischen der Stirnfläche 90 der Lichtleitfaser und der gegenüberliegenden Begrenzung des Werkzeugs. Die Freiräume sind aber durch geeignetes axiales Ausrichtung der Lichtleitfaser so klein wie möglich zu halten. Da die Begrenzungswände des Werkzeugs durch die Mikrostrukturtechnik extrem glatt und eben gestaltet werden können, ergibt sich dann eine fiktive Stirnfläche 92, aus der ein in der Lichtleitfaser geführter Lichtstrahl nur unwesentlich aufgeweitet austritt. Das Gußmaterial hat also eine Glättungswirkung auf der unebenen Stirnfläche 90.

Vorzugsweise ist der Brechungsindex des Gußmaterials für das Steckerteil 10 an den Brechungsindex des Kerns der Lichtleitfaser angepaßt, da auf diese Weise eine Reflexion an der Übergangsstelle von der Lichtleitfaser und dem Gußmaterial unterdrückt wird. Ideal wäre, wenn der Brechungsindex des Kerns der Lichtleitfaser gleich dem Brechungsindex des Gußmaterials ist. Dann müßten als Gußmaterial jedoch fluorierte Gußmassen verwendet werden, was zu höheren Materialkosten führt.

Anhand der Fig. 19 bis 24 wird nun ein weiterer vorteilhafter Aspekt der Erfindung beschrieben. Wenn eine Lichtleitfaser 12 mit einem integriert-optischen Wellenleiter 52 gekoppelt werden soll, der in einem mikrostrukturierten Substrat, beispielsweise dem Aufnahmeteil 50, ausgebildet ist, ergeben sich Probleme aufgrund der unterschiedlichen Querschnitte der miteinander zu koppelnden Bauteile (siehe Fig. 19). Der Querschnitt der Lichtleitfaser 12 ist üblicherweise kreisförmig. Der Querschnitt des Wellenleiters 52 ist üblicherweise ein gut entformbarer Querschnitt, beispielsweise ein trapezförmiger oder polygonaler Querschnitt. Ein runder Querschnitt läßt sich für den Wellenleiter aufgrund der Hinterschnidungen in Abformtechnik kaum erzielen. In Fig. 20 sind die beiden unterschiedlichen Querschnitte einander gegenübergestellt, wobei die Teile der Querschnitte, die einander nicht überlappen und die Ursache von Abstrahlverlusten sind, schraffiert gekennzeichnet wurden.

Um die Abstrahlverluste möglichst gering zu halten, ist es wünschenswert, daß die miteinander zu koppelnden Querschnitte identisch sind. Dies kann gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung erreicht werden. Hierbei wird eine Polymer-Lichtleitfaser zur Herstellung des Steckerteils in eine Führungsnut 94 eines Werkzeugs 96 eingelegt, wobei die Führungsnut 94 wenigstens im Bereich der Stirnfläche der Lichtleitfaser denselben Querschnitt hat wie der Wellenleiter, mit dem die Lichtleitfaser später gekoppelt werden soll. Anschließend wird die eingelegte Lichtleitfaser auf eine Temperatur oberhalb ihrer Erweichungstemperatur gebracht, so daß sie mittels eines schematisch dargestellten Druckteils 98 thermoplastisch verformt werden kann und die Querschnittsform der Führungsnut 94 annimmt (Fig. 22). Die Lichtleitfaser hat dann wenigstens im Bereich ihrer Stirnfläche einen polygonalen Querschnitt, der im weiteren

Verlauf des Steckerteils kontinuierlich in den kreisförmigen Querschnitt übergeht, den die Lichtleitfaser am Austritt aus dem Steckerteil 10 hat.

Anschließend wird das Gußmaterial aufgebracht (siehe Fig. 23), mit dem die Lichtleitfaser zu dem Steckerteil verklebt. Dieses kann dann vom Werkzeug abgehoben werden (siehe Fig. 24).

Beim thermoplastischen Verformen der Polymer-Lichtleitfaser kann es zu einer Beschädigung des niederbrechenden Mantels der Lichtleitfaser kommen. Aus diesem Grund ist es vorteilhaft, den Brechungsindex des Gußmaterials so zu wählen, daß er nach dem Aushärten gleich oder kleiner dem Brechungsindex des Mantels der Lichtleitfaser ist. Das Gußmaterial des Steckerteils wirkt dann als Ersatz für den Mantel an den beschädigten Stellen.

#### Patentansprüche

1. Steckerteil zum Koppeln mindestens eines in dem Steckerteil (10) aufgenommenen ersten optischen Bauteils (12) mit einem zweiten optischen Bauteil (52), **dadurch gekennzeichnet**, daß das Steckerteil (10) aus einem Gußmaterial besteht, in welchem das optische Bauteil (12) eingebettet ist, und mikrostukturierte Gestaltungen (14, 16, 18, 20) zur seitlichen Positionierung und axialen Justierung des Steckerteils gebildet sind, wobei die Gestaltungen zur seitlichen Positionierung (14) in Bereichen des Steckerteils (10) angeordnet sind, die nicht zum Einbetten des ersten optischen Bauteils (12) verwendet werden.
2. Steckerteil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Gußmaterial optisch transparent ist und den Lichtaustrittsbereich des ersten optischen Bauteils (12) zumindest teilweise abdeckt.
3. Steckerteil nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das erste optische Bauteil eine Lichtleitfaser (12) ist.
4. Steckerteil nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß das Gußmaterial einen Brechungsindex hat, der an den Brechungsindex des Kerns der Lichtleitfaser (12) angepaßt ist.
5. Steckerteil nach Anspruch 3 oder 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Stirnfläche (90) der Lichtleitfaser (12) schräg zur Längsachse der Lichtleitfaser (12) verläuft.
6. Steckerteil nach den Ansprüchen 3 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Lichtleitfaser eine Polymerfaser (12) ist, die an der von ihrer Stirnfläche abgewandten Seite des Steckerteils (10) einen runden Querschnitt hat und an der Stirnfläche (90) einen polygonalen Querschnitt, wobei der Querschnitt kontinuierlich von der einen Querschnittsform in die andere übergeht.
7. Steckerteil nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß das Gußmaterial einen Brechungsindex hat, der gleich oder kleiner dem Brechungsindex des Mantels der Lichtleitfaser (12) ist.
8. Steckerteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Steckerteil (10) zur seitlichen Positionierung mit mindestens zwei parallel zur Richtung des Lichtaustritts aus dem ersten Bauteil (12) verlaufenden Positionierflächen (14) versehen ist.
9. Steckerteil nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Positionierflächen Außenkanten (14) des Steckerteils (10) sind.
10. Steckerteil nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Positionierflächen nach Art von Einführschrägen (14) schräg zur Richtung des Einsetzens

des Steckerteils (10) beim Koppeln mit dem zweiten optischen Bauteil (52) verlaufen.

11. Steckerteil nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich ein komplementäres Aufnahmeteil (50) vorgesehen ist, das mit zwei schräg angeordneten Anlageflächen (54) versehen ist, an denen die Positionierflächen (14) des Steckerteils (10) anliegen.

12. Steckerteil nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß das Aufnahmeteil mit zwei Führungsstiften (80) gemäß MT-Standard versehen ist, so daß das erste optische Bauteil (12) über das Aufnahmeteil (50) an eine MT-Buchse (84) angeschlossen werden kann.

13. Steckerteil nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Steckerteil (10) mit mindestens einer Abstützfläche (22) versehen ist und daß zusätzlich ein Aufnahmeteil (50) vorgesehen ist, an dem die Abstützfläche (22) anliegt.

14. Steckerteil nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß das Aufnahmeteil (50) mit mindestens einem Abstützvorsprung (58) versehen ist, an dem die Abstützfläche (22) anliegt.

15. Steckerteil nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Abstützfläche (22) in der Richtung des Lichtaustritts aus dem ersten optischen Bauteil (12) hinter dem Bereich des Lichtaustritts angeordnet ist und an dem Aufnahmeteil (50) anliegt.

16. Steckerteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Steckerteil (10) zur axialen Justierung mit mindestens einer Justierfläche (18, 20) versehen ist, die sich quer zur Richtung des Lichtaustritts aus dem ersten Bauteil (12) erstreckt.

17. Steckerteil nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Justierfläche (18, 20) an einem Justiersteg (16) ausgebildet ist und daß zusätzlich ein Aufnahmeteil (50) vorgesehen ist, das mit mindestens einer Justiernut (58) zur Aufnahme des Justiersteges (16) versehen ist.

18. Steckerteil nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Justiersteg (16) bündig mit einer Außenseite des Steckerteils (10) endet und einen rechteckigen Querschnitt hat.

19. Steckerteil nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, daß der Justiersteg (16) etwa in der Mitte des Steckerteils (10) angeordnet ist und einen dreieckigen Querschnitt hat.

20. Steckerteil nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß das Aufnahmeteil (50) zwei zu dem Justiersteg (16) komplementäre Justiernuten (58) aufweist, so daß ein zweites Steckerteil (10') eingesteckt werden kann, das mit dem zweiten optischen Bauteil (52) versehen ist.

21. Steckerteil nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die Justierflächen Außenkanten (18, 20) des Steckerteils (10) sind.

22. Steckerteil nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Permanentmagnet (70) in das Gußmaterial eingebettet ist.

23. Steckerteil nach Anspruch 22, dadurch gekennzeichnet, daß zusätzlich ein Aufnahmeteil (50) vorgesehen ist, das mindestens teilweise ferromagnetisch ist, so daß das Steckerteil (10) von dem Permanentmagneten (70) in Anlage an das Aufnahmeteil (50) beaufschlagt ist.

24. Steckerteil nach Anspruch 22 oder 23, dadurch gekennzeichnet, daß ein gleichartiges zweites Steckerteil

(10') vorgesehen ist, das ebenfalls mit einem Permanentmagneten (70) versehen ist, so daß die beiden Steckerteile (10, 10') aneinandergezogen werden.

Hierzu 10 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65



Fig. 1

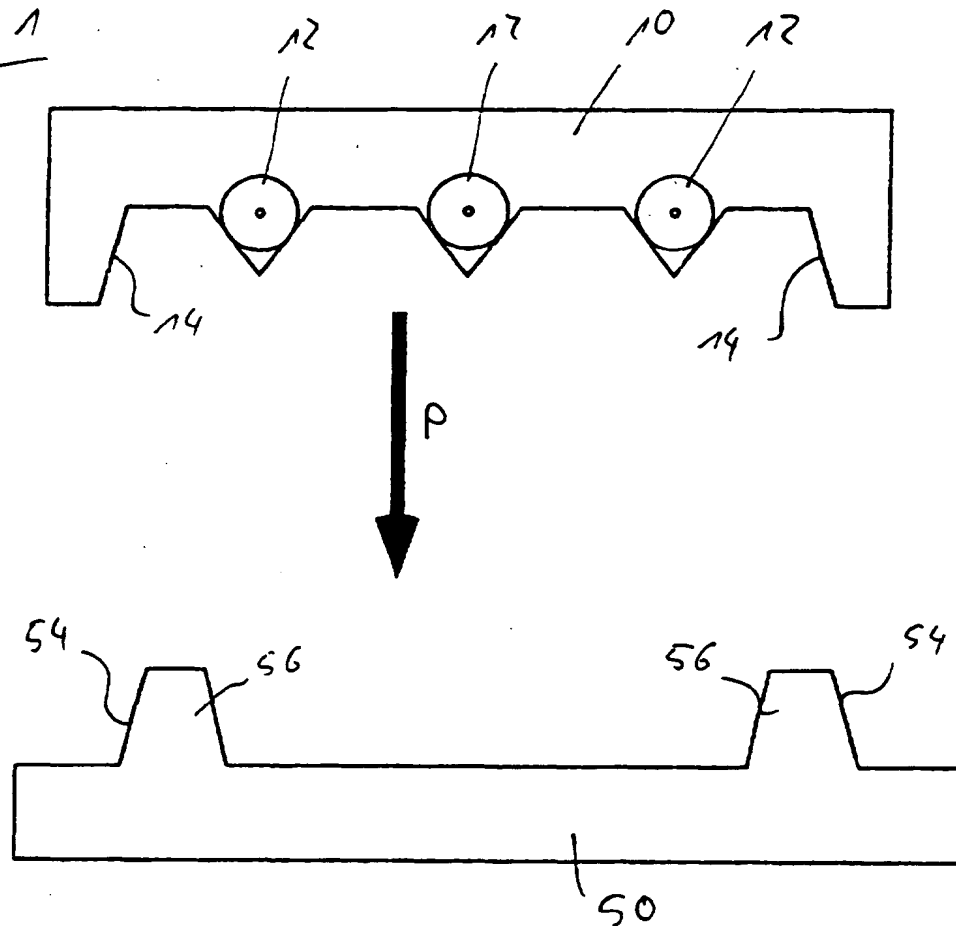
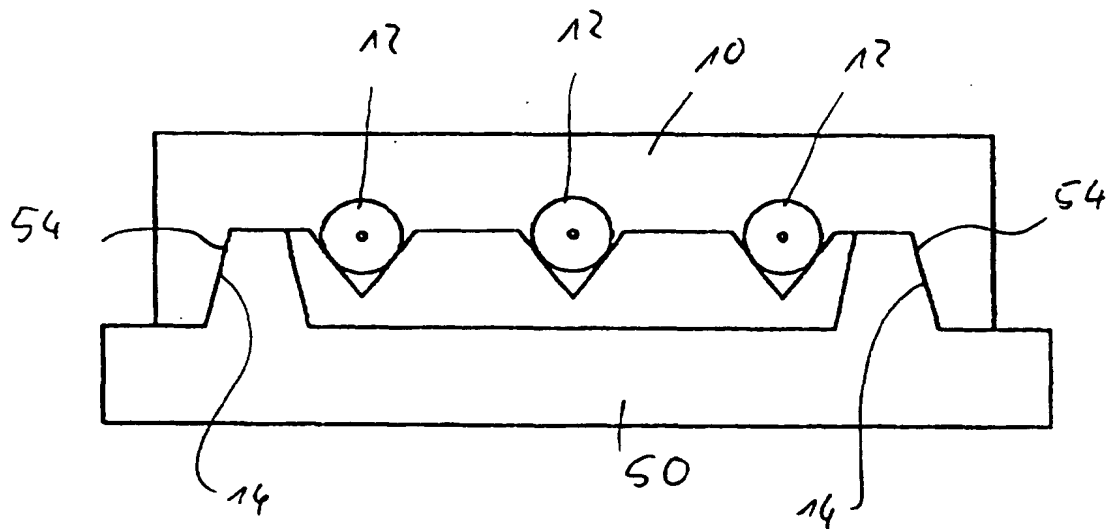


Fig. 2



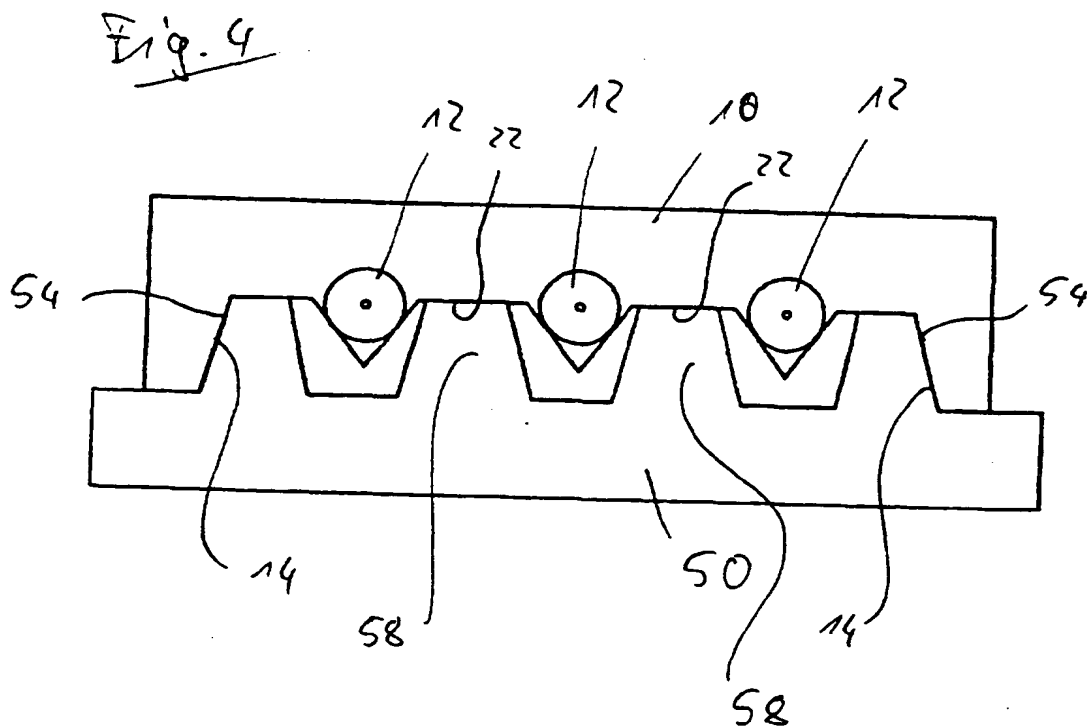
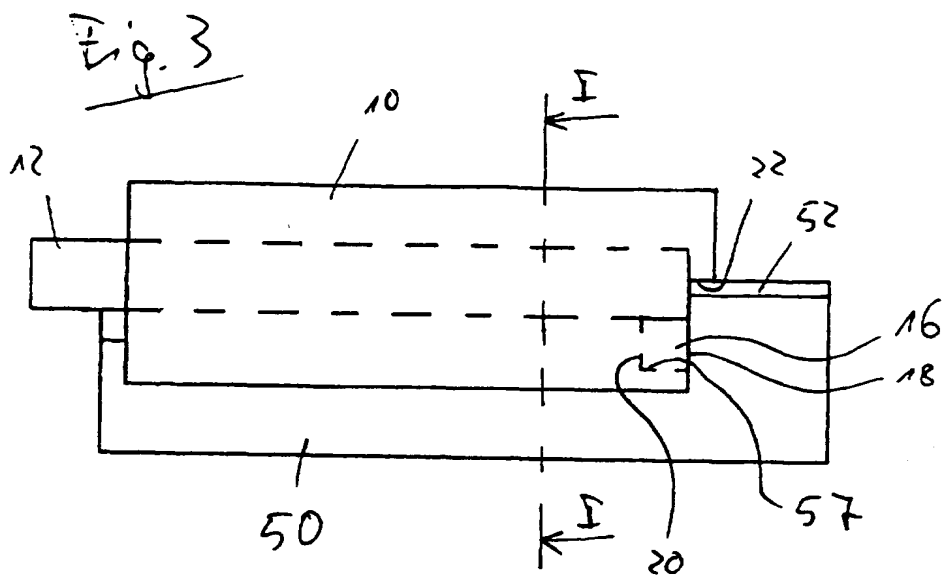


Fig. 5

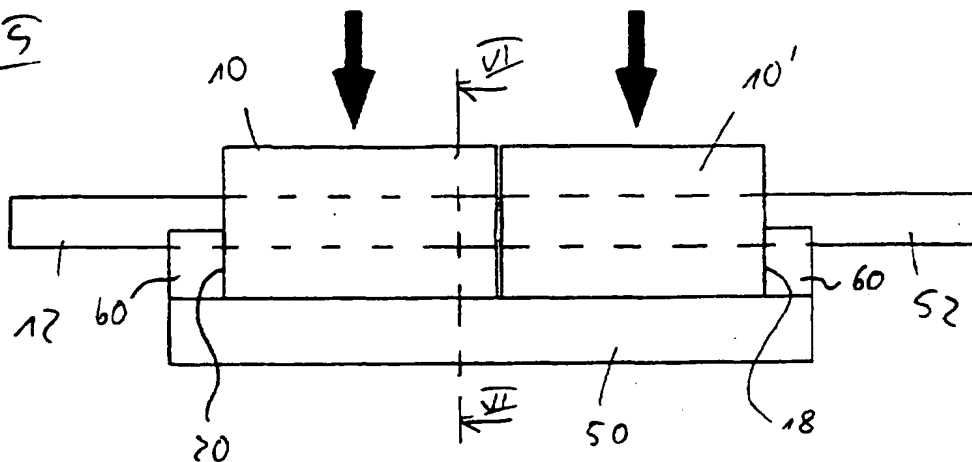


Fig. 6

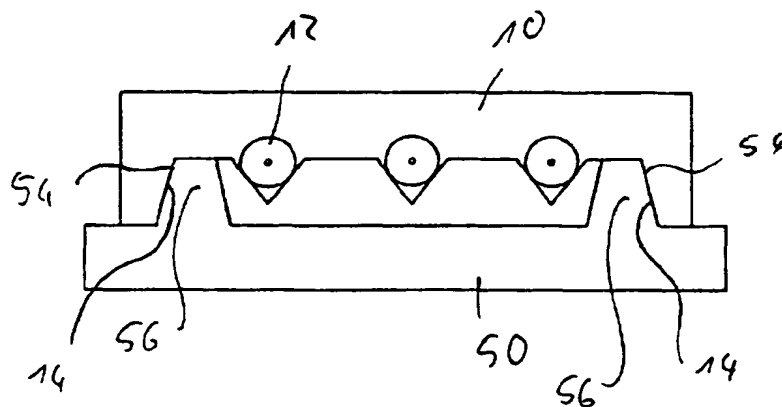


Fig. 7

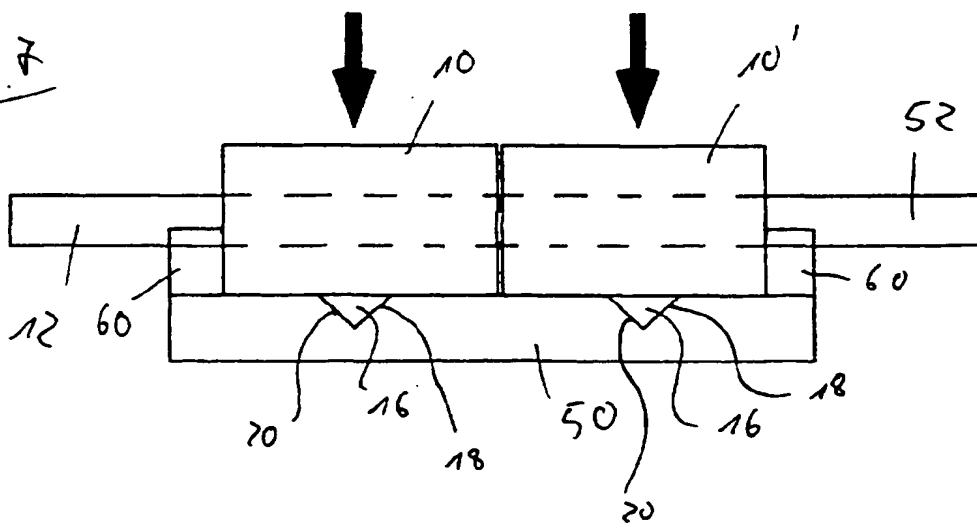


Fig. 8

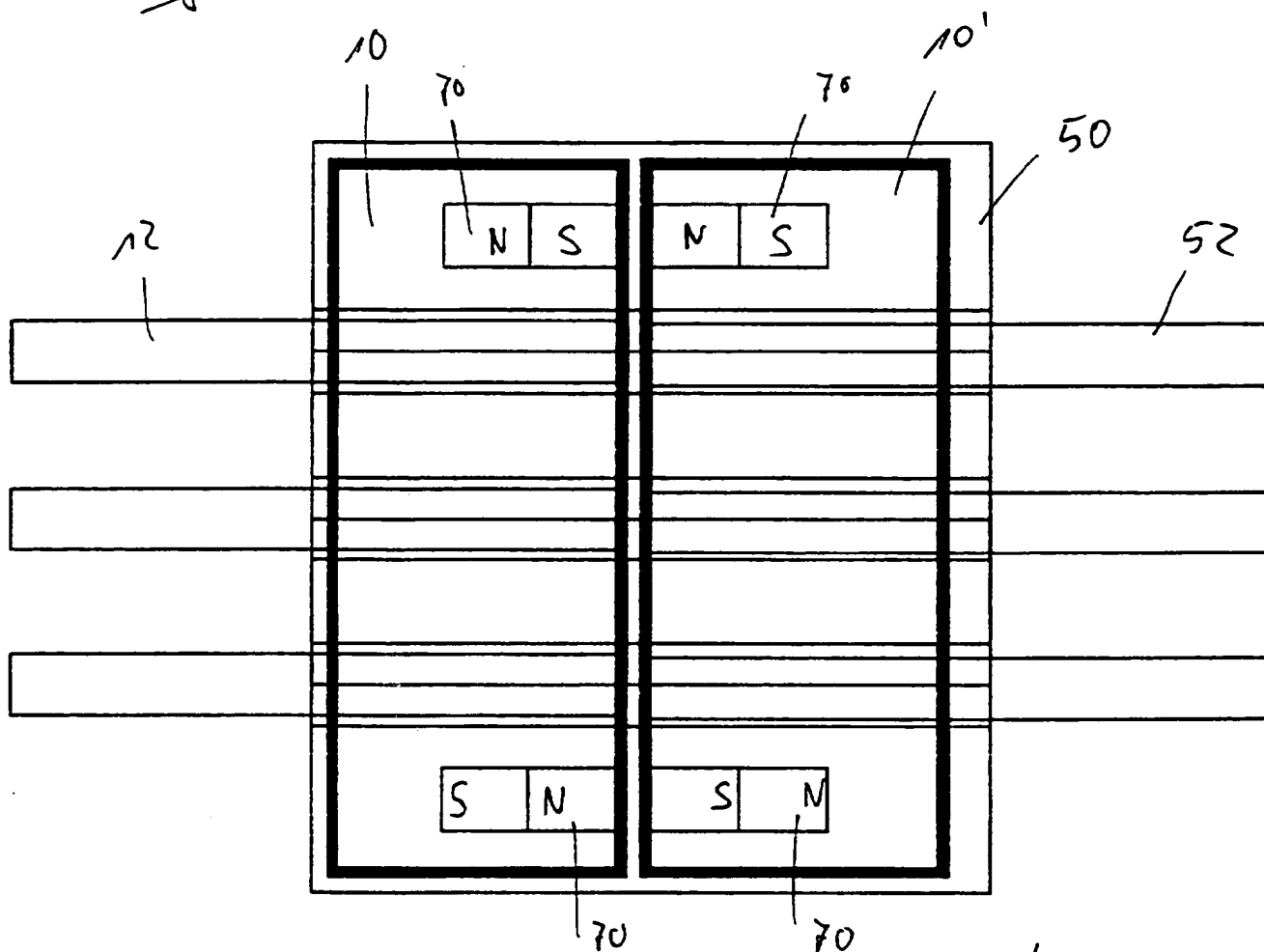


Fig. 9

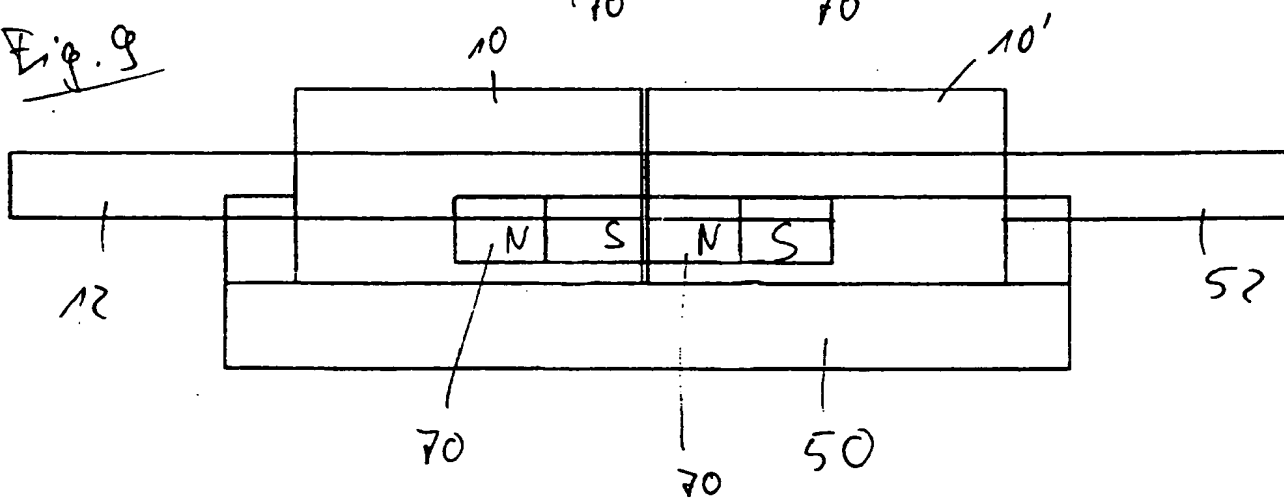


Fig. 10

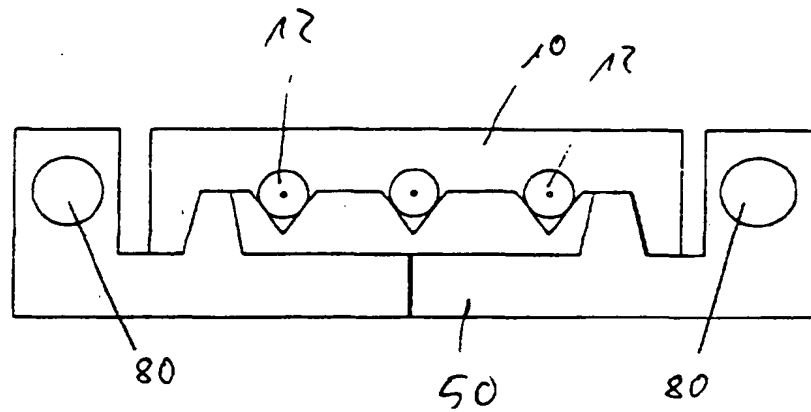


Fig. 11

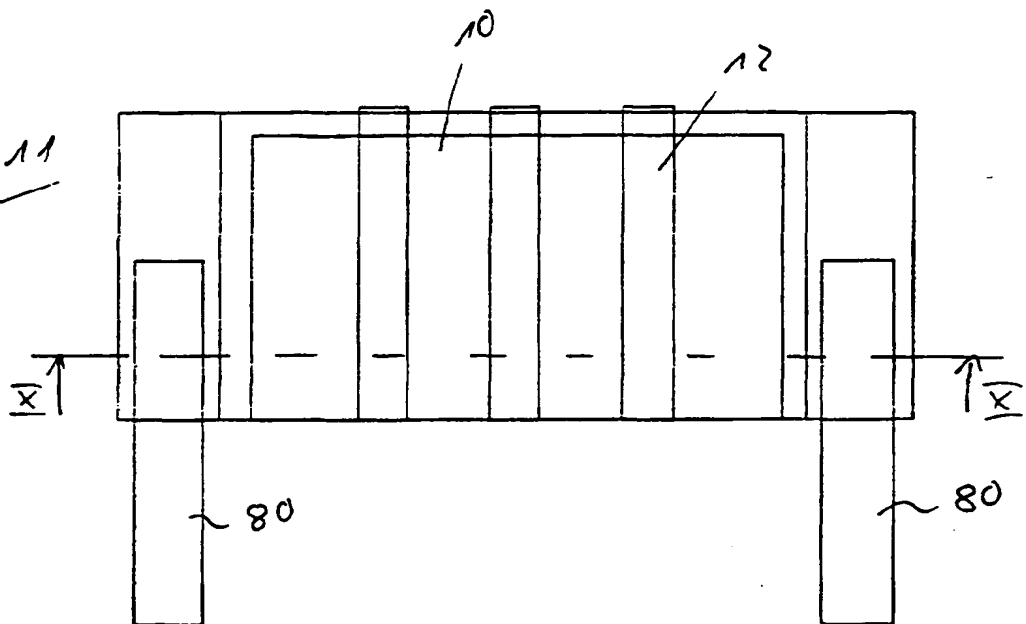


Fig. 12

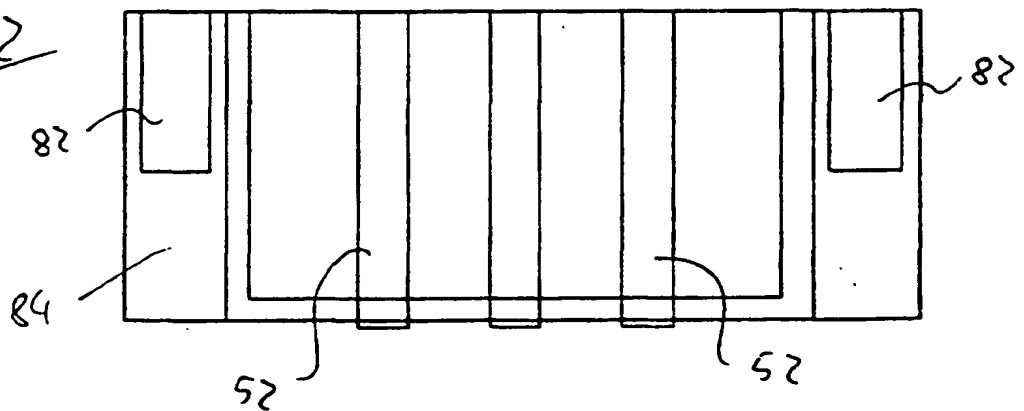


Fig. 13

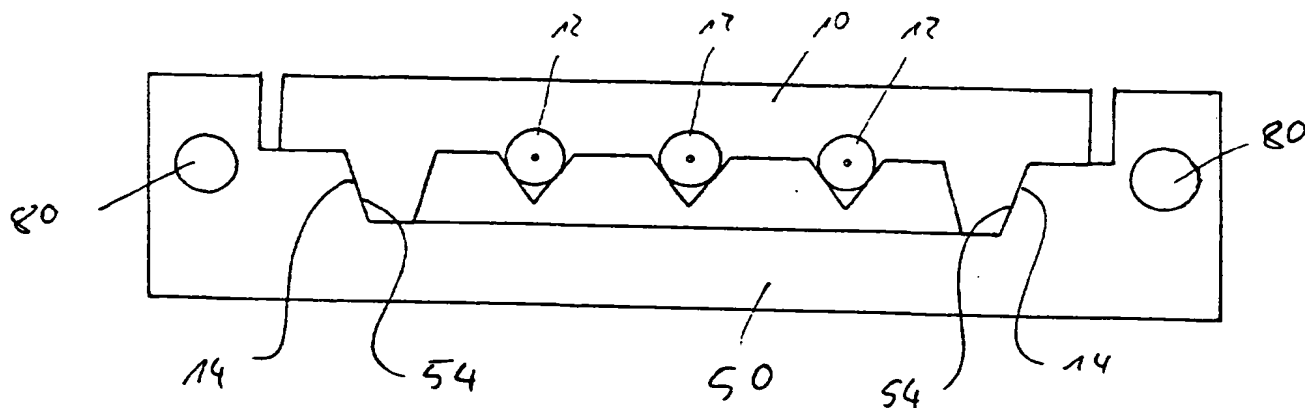


Fig. 14

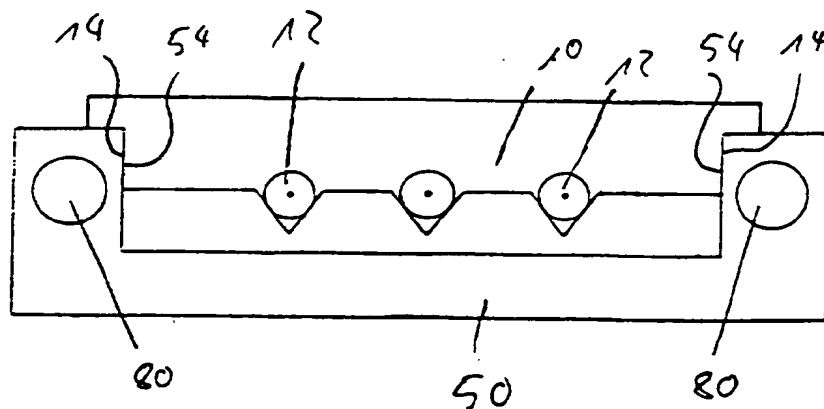


Fig. 15

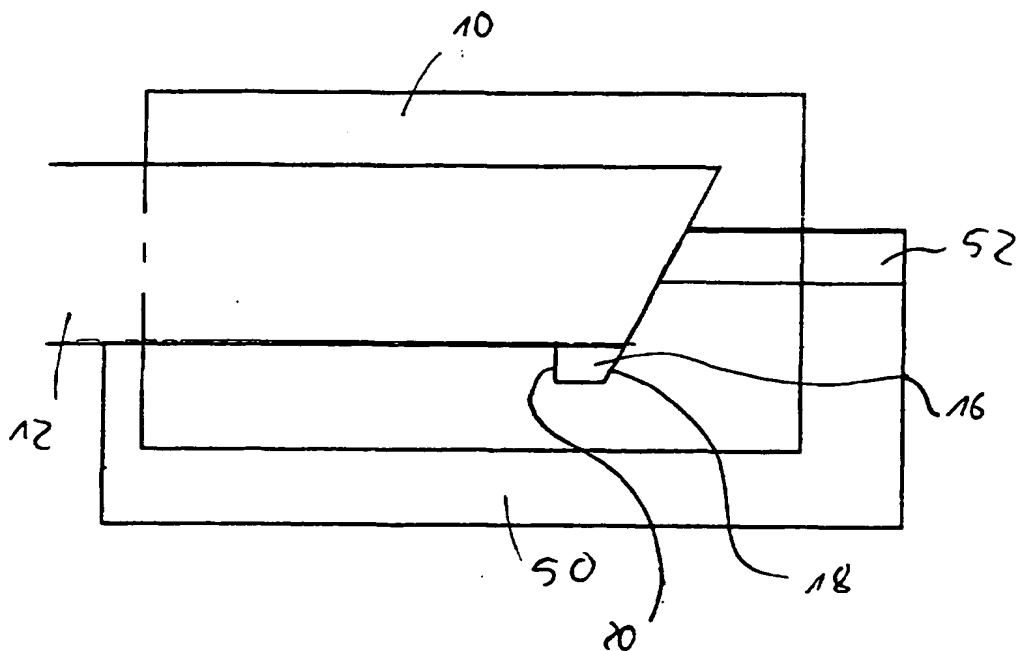
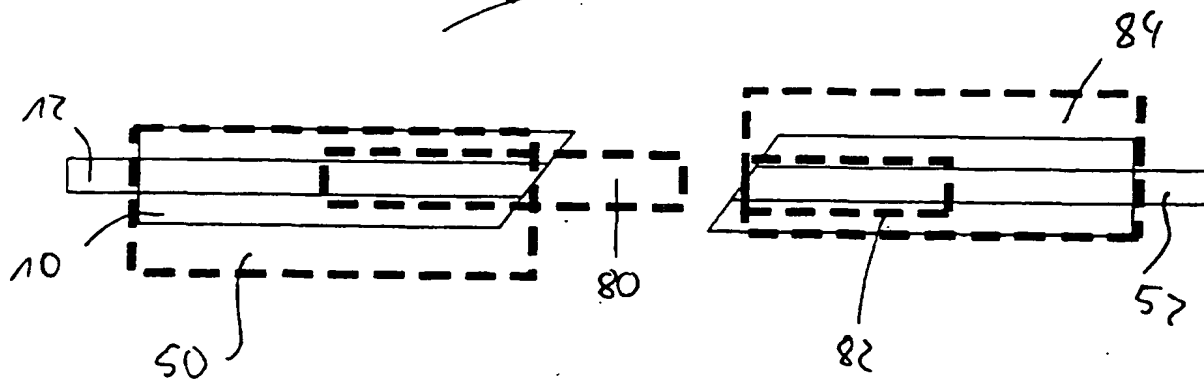
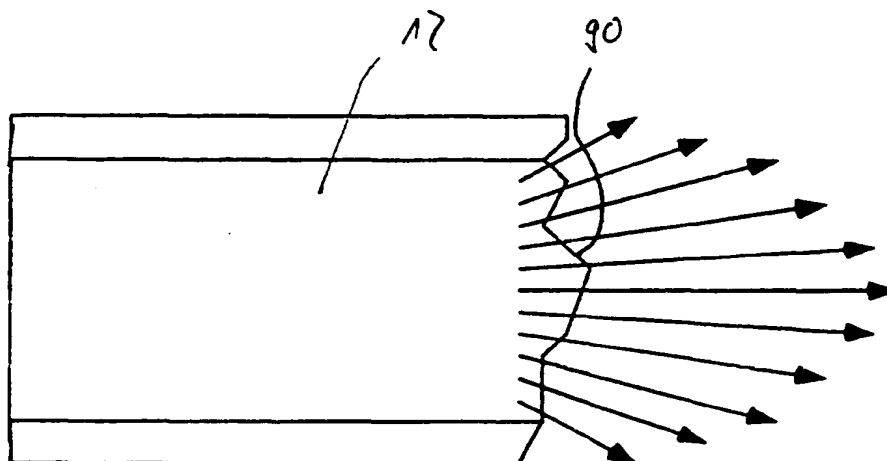


Fig. 16



*Fig. 17*



*Fig. 18*

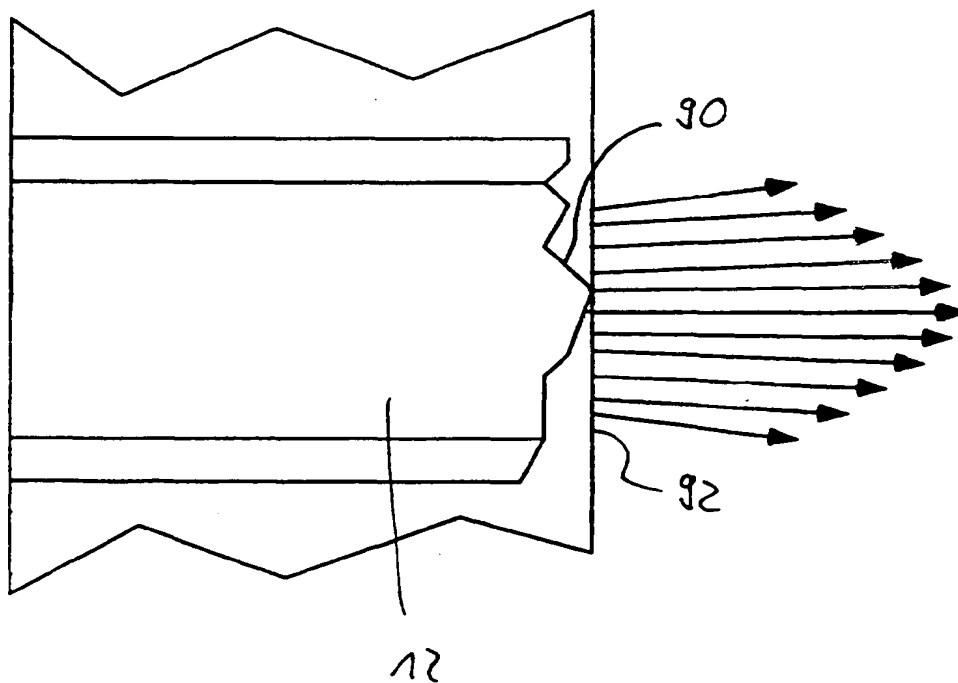




Fig. 19

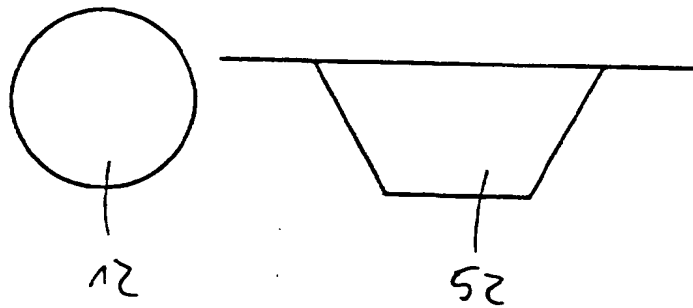


Fig. 20

